

**ALAT UKUR KADAR KARBON MONOKSIDA (CO)
DAN HIDROKARBON (HC) GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
DENGAN PENAMPIL *SMARTPHONE* ANDROID**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

Anton S

D400100040

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**ALAT UKUR KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DAN
HIDROKARBON (HC) GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN
PENAMPIL *SMARTPHONE* ANDROID**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:



ANTON S

D 400 100 040

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

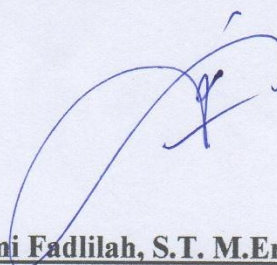
Pembimbing I



(Dr. Heru Supriyono)

NIK : 970

Pembimbing II



(Umi Fadlilah, S.T. M.Eng)

NIP : 197803222005012002

HALAMAN PENGESAHAN

ALAT UKUR KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DAN HIDROKARBON (HC) GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN PENAMPIL SMARTPHONE ANDROID

OLEH

ANTON S

D 400 100 040

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

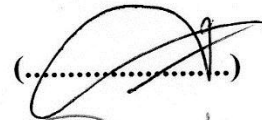
Pada hari *Rabu, 08 februari* 2017

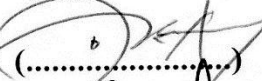
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

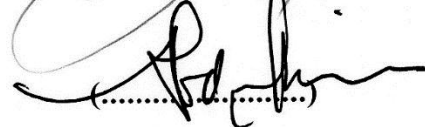
Dewan Penguji:

1. Dr.Heru Supriyono
(Dosen Pembimbing I)
2. Umi Fadlilah, S.T. M.Eng
(Dosen Pembimbing II)
3. Dedy A.P,ST.MEng
(Anggota I Dewan Penguji)
4. Ir. Abdul Basith,MT
(Anggota II Dewan Penguji)

()

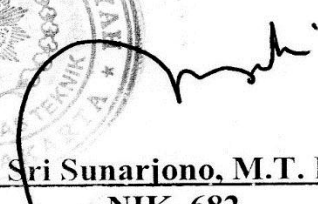
()

()

()

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta




Ir. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam karya ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 08 Februari 2017

Penulis



ANTON S

D 400 100 040

ALAT UKUR KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DAN HIDROKARBON (HC) GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN PENAMPIL *SMARTPHONE* ANDROID

ABSTRAK

Kendaraan bermotor berbahan bakar bensin menghasilkan emisi gas buang yang mengandung gas gas polutan berbahaya yang dapat merusak lingkungan sekitar dan mengganggu kesehatan manusia. Untuk pengontrolan kadar emisi kendaraan bermotor, dibuatlah alat pengukur kadar emisi gas buang kendaraan bermotor. Pembuatan alat ini bertujuan untuk mempermudah konsumen mengetahui kadar emisi gas buang kendaraan bermotor. Perangkat keras yang digunakan pada alat ini antara lain *Smartphone* sebagai penampil, Arduino modul sebagai otak dari alat ini, *Bluetooth* modul sebagai perantara antara *device* dengan Arduino, dan sensor sebagai pengukur kandungan gas yang dihasilkan dari pembakaran mesin kendaraan, sedangkan perangkat lunak yang digunakan pada alat ini antara lain Arduino dan Android studio. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang terdiri dari pengambilan data, analisa data, pembuatan alat dan pengujian alat. Gas karbon monoksida (HC) dan hidro karbon (CO) dapat diukur dan dipantau dengan melihat data-data yang ditampilkan *smartphone* Android. Pengujian dilakukan dengan dua kategori, yaitu : pengukuran dengan rpm 0 dan pengukuran dengan rpm 2000. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diketahui selisih rata-rata pengukuran dengan rpm 0 yaitu 1 ppm untuk HC dan 0,0075% untuk CO, sedangkan pengukuran dengan rpm 2000 yaitu 2ppm untuk HC dan 0,0075% untuk CO. Kesalahan tersebut kemungkinan terjadi disebabkan oleh kemampuan sensor gas MQ-2 dan MQ-7 yang kurang sensitif mengukur kadar gas dengan berbagai gangguan.

Kata kunci : Arduino Uno, *Bluetooth*, Hidrokarbon (HC), Karbon Monoksida (CO), *Smartpone* Android.

ABSTRACT

Motor vehicle exhaust emissions containing harmful pollutant gases that can damage the environment and health problems in humans. For controlling the emission levels of vehicles, made gauges the levels of exhaust emissions of motor vehicles. Making this tool aims to facilitate consumer determine levels of motor vehicle exhaust emissions. The hardware used in this tool include Smartphone as a viewer, Arduino modules as the brains of these tools, the Bluetooth module as an intermediary between the device with arduino, and sensors as content measuring gases resulting from combustion engine vehicles, while the software used on the appliance These include Arduino and Android studio. The method used in this study is an experimental method that consists of data collection, data analysis, making tools and testing tools. Carbon monoxide (HC) and hydro carbon (CO) can be measured and monitored by looking at the data displayed android smartphone. Testing is done with two categories, namely: measurement with rpm 0 and measurements with rpm 2000. Based on the results of tests performed, unknown percentage of errors of measurement with rpm 0, ie 1ppm to HC and 0,0075% for CO, whereas the measurement with rpm 2000 ie 2ppm to HC and 0,0075% for CO. The error is likely to occur due to the ability of gas sensor MQ-2 and MQ-7 were less sensitive measure gas levels with a variety of disorders.

Keywords: Arduino Uno, Bluetooth, Hydrocarbons (HC), Carbon Monoxide (CO).
Smartpone Android.

1. PENDAHULUAN

Sensor secara umum didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik, baik arus listrik maupun tegangan. Fenomena fisik yang mampu menstimulus sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi, temperatur, tekanan, daya, medan magnet, dan sebagainya. Sementara fenomena dapat berupa cairan maupun gas. Sensor gas MQ-2 dan MQ-7 merupakan salah satu contoh dari sekian banyak sensor yang dijual dipasaran. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi senyawa karbon monoksida dan hidrokarbon pada konsentrasi yang rendah.

Seiring bertambahnya kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran udara semakin meningkat. Hal ini menyebabkan kondisi udara tercemar, karena gas buang hasil dari pembakaran kendaraan bermotor mengandung racun yang berbahaya bagi lingkungan. Seperti diketahui bahwa proses pembakaran bahan bakar dari motor bakar menghasilkan gas buang yang mengandung CO dan HC. Pembuatan alat pengukur karbon monoksida dan hidrokarbon pada gas buang kendaraan dengan penampil *smartphone* android ini bertujuan untuk memudahkan para konsumen kendaraan bermotor untuk mengetahui kadar emisi yang dihasilkan dari hasil pembakaran mesin kendaraan.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis membatasi masalah dalam penelitian yaitu : pengujian hanya dilakukan pada kendaraan yang berbahan bakar bensin atau premium, dan pengukuran gas hasil pembakaran dari kendaraan bermotor hanya senyawa karbon monoksida dan hidrokarbon.

Beberapa artikel yang telah diseleksi dan dirangkum sebagai referensi bagi penulis, dan berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini.

Fernando (2012). Dalam penelitiannya tentang realisasi alat ukur konsentrasi karbon monoksida (CO) pada gas buang kendaraan bermotor berbasis sensor gas TGS-2201 dan Mikrokontroler ATmega8535. Dalam melakukan penelitiannya penulis menggunakan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang terdiri dari sensor TGS-2201, mikrokontroler ATmega8535 dan LCD 16x2. Proses pengambilan, pengolahan, dan komunikasi data diatur menggunakan program pada mikrokontroler dan komputer dengan bahasa pemrograman yaitu bahasa Assembler dan Delphi.

Konsegeran (2013). Perancangan alat ukur kadar karbon monoksida dan hidro karbon pada gas buang kendaraan bermotor. Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro UNSRAT, Manado. Dalam perancangan alat ukur penulis menggunakan beberapa perangkat keras meliputi : 1) Sensor gas TDS-2201 digunakan untuk mengukur kadar senyawa hidro karbon (HC). 2) Sensor gas MQ-7 digunakan untuk mengukur kadar senyawa karbon monoksida (CO). 3) Mikrokontroler ATmega8535 digunakan sebagai pemroses atau pengolahan data yang dibaca oleh sensor. 4) LCD 2x16 karakter digunakan sebagai penampil atau display dari hasil pengukuran.

Putro (2012). Tugas akhir program studi D3 Teknik Instrumentasi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, melakukan penelitian tentang rancang bangun alat ukur emisi gas buang, studi kasus: pengukuran gas karbon monoksida. Penulis menggunakan sensor gas MQ-7 sebagai sensor gas karbon monoksida (CO), mikrokontroler ATmega8535 sebagai kontroler dan pemroses sinyal, dan LCD dengan karakter 4x20 berfungsi sebagai penampil data. Pengujian yang dilakukan untuk mencari nilai ketidakpastian hasil pengukuran dan nilai ketidakpastian pendekatan regresi. Dari hasil pengujian penulis mendapatkan kesimpulan semakin besar konsentrasi gas, maka semakin kecil nilai resistansi sensor dan nilai tegangan output sensor akan meningkat.

2. METODE

2.1. Metode

metode yang digunakan dalam pembuatan Alat Ukur Kadar Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) Gas buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil *Smartphone* Android ini, terdiri dari :

- a. Metode Eksperimen adalah saat melakukan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak.
- b. Metode sampling adalah proses pengambilan data perbandingan hasil pengujian yang dilakukan setelah aplikasi maupun alat yang dikembangkan telah selesai dengan alat yang sudah ada.

2.2 Peralatan Utama dan pendukung

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat alat ini adalah sebagai berikut :

- a. Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Android ditujukan untuk para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.
- b. Sensor gas MQ-2 merupakan sensor gas yang menggunakan pemanas kecil di dalam dengan sensor elektro-kimia. Sensor MQ-2 sangat sensitif terhadap berbagai gas yang mudah terbakar seperti gas hidro karbon (HC).
- c. Sensor gas MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ-7 mempunyai sensitivitas tinggi terhadap kandungan gas karbon monoksida dengan jarak pengukuran 20-2000pm.
- d. *Smartphone* android adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan tingkat tinggi. *Smartphone* android bukan hanya untuk alat komunikasi, tetapi juga bisa difungsikan seperti komputer.

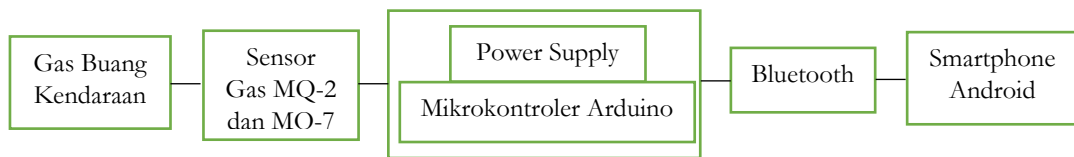
Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat alat ini adalah sebagai berikut:

- a. IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari : editor program, sebuah windows yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini. Uploader, sebuah modul yang membuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino.
- b. Android Studio adalah sebuah IDE untuk *android Development* yang diperkenalkan oleh google di dalam acara google I/O 2013. Android studio merupakan pengembangan dari eclipse IDE, dan dibuat berdasarkan IDE *java*. Android studio adalah IDE resmi untuk pengembangan aplikasi android. Android studio yang sekarang lebih mudah dari pada pendahulunya yaitu eclipse IDE dan terus diperbaharui oleh pengembangnya.

2.3 Alur Perancangan Sistem

Pembuatan alat “Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (Co) dan Hidrokarbon (Hc) Gas Buang Kendaraan dengan Penampil *Smartphone* android” ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. **Model Perancangan / Skenario Program** merupakan suatu alur cerita dalam bahasa umum, juga sangat mudah dimengerti dan untuk menggambarkan bagaimana suatu program berjalan secara berkesinambungan. Skema perancangan sistem tugas akhir ini adalah pembuatan sebuah alat pengukur kadar senyawa karbon monoksida (CO) dan senyawa hidrokarbon (HC) dengan menggunakan *smartphone* android sebagai layar penampil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.

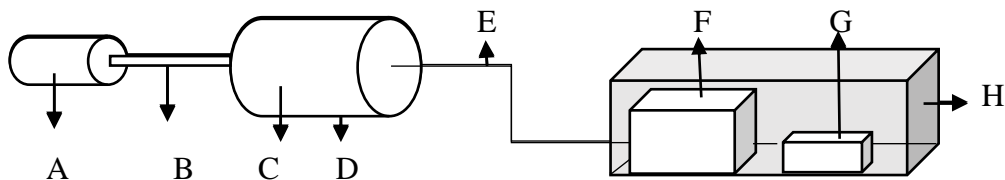


Gambar 1. Blok diagram Alat

Berdasarkan diagram blok pada gambar 1, terdapat sensor MQ-2 dan MQ-7 yang berfungsi untuk mendeteksi dan memperkirakan kandungan senyawa hidrokarbon (HC) dan senyawa karbon monoksida (CO) dengan cara mendeteksi kadar gas pada pipa pembuangan kendaraan bermotor. Mikrokontrolle Arduino, adalah komponen utama yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang akan diproses sebelum dikirimkan ke penampil (*smartphone* android) melalui *bluetooth*. *Smartphone* android berfungsi sebagai penampil data yang diperoleh dari dari sensor agar dapat langsung dilihat hasilnya secara visual, sedangkan *power supply* berfungsi sebagai inputan untuk memberi tegangan kepada rangkaian arduino dan rangkaian sensor gas MQ-2 dn MQ-7 agar dapat bekerja.

b. **Perancangan Perangkat Keras**

Perancangan alat ukur uji emisi ini dapat dilihat pada Gambar 2.

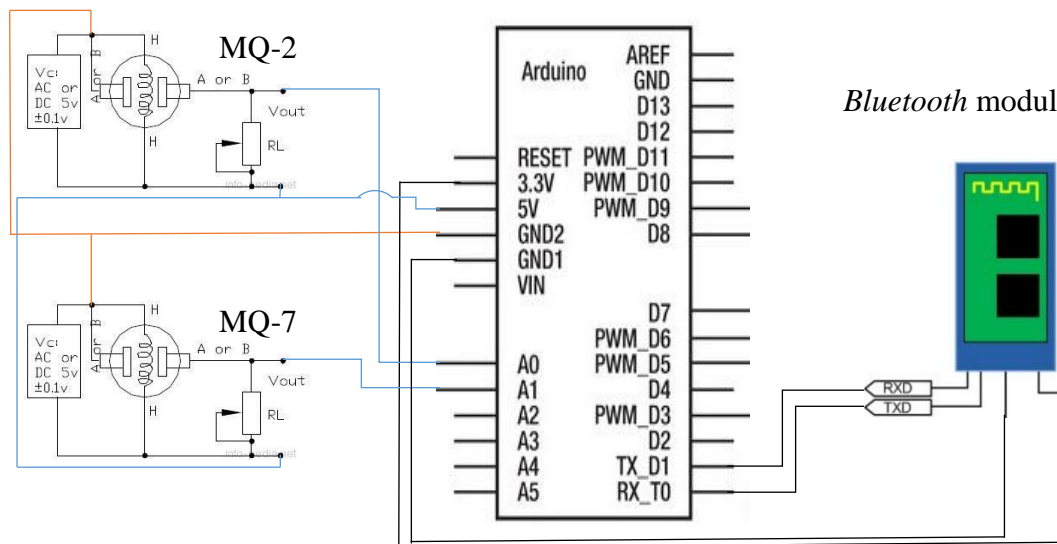


Gambar 2. Perancangan perangkat keras

- 1) Bagian A merupakan knalpot kendaraan yang berfungsi sebagai saluran pembuangan hasil pembakaran kendaraan.
- 2) Bagian B merupakan pipa penghubung antara knalpot dengan tabung tempat sensor diletakkan.

- 3) Bagian C adalah sensor yang berfungsi mendeteksi gas yang disalurkan melalui pipa penghubung.
- 4) Bagian D merupakan tabung bundar yang berfungsi sebagai tempat meletakkan sensor.
- 5) Bagian E kabel yang berfungsi sebagai inputan sensor agar dapat bekerja.
- 6) Bagian F adalah arduino uno, dimana arduino un ini menggunakan mikrokontroller Atmega 328, dimana chip ini memiliki 14 pin digital input dan output.
- 7) Bagian G adalah *bluetooth module* yang berfungsi sebagai penerima dan pengirim sinyal dari arduino maupun *smartphone* android.
- 8) Bagian H merupakan kotak atau tempat yang digunakan untuk meletakkan arduino dan *bluetooth module*.

c. Rangkaian Perangkat Keras

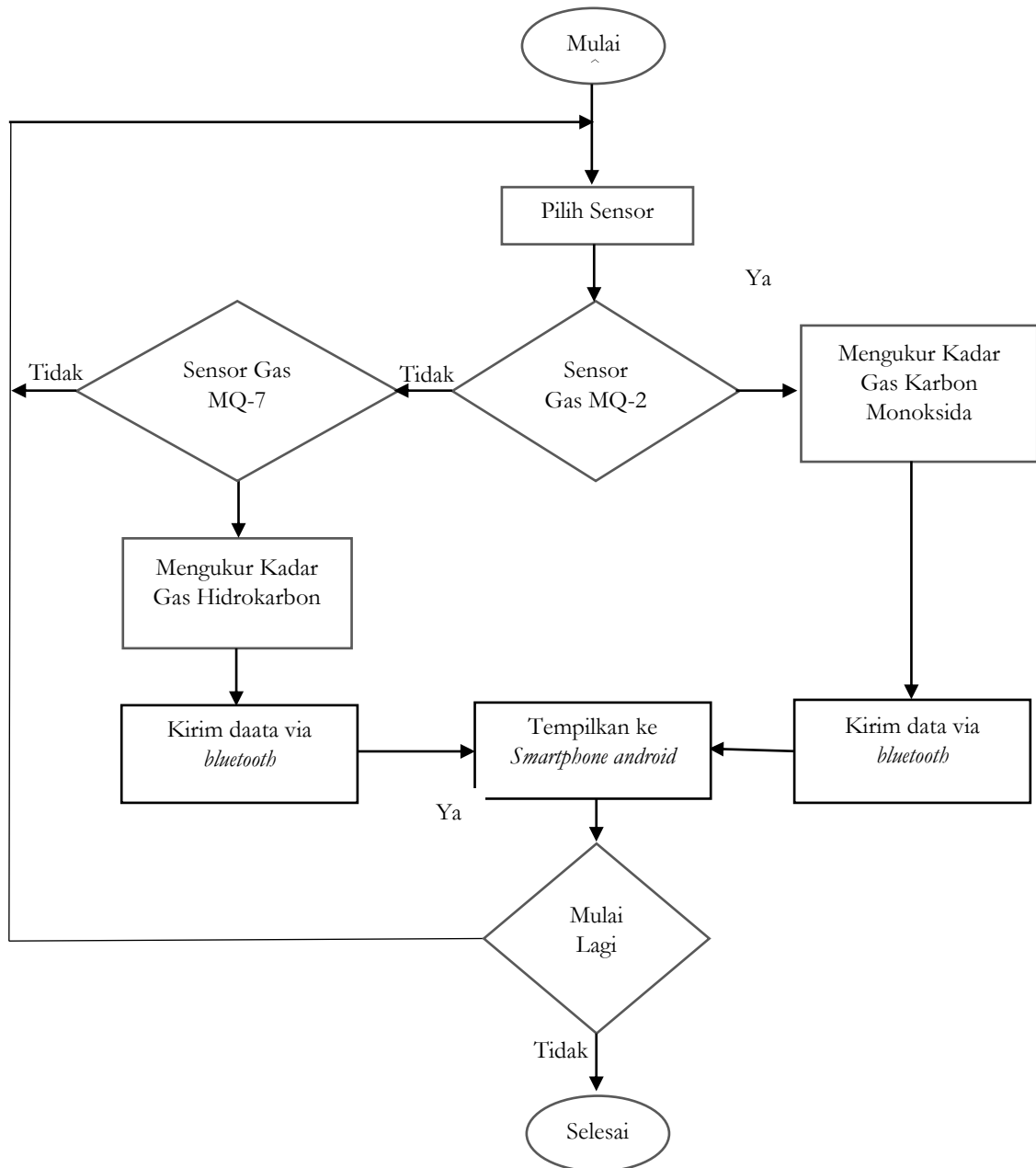


Gambar 3. Rangkaian perangkat keras

Pada gambar 3 merupakan rangkaian perangkat keras alat uji emisi kendaraan bermotor. Perancangan mekanik terdiri dari beberapa komponen mekanik seperti sensor gas MQ-2 yang berfungsi sebagai pengukur konsentrasi kadar gas hidrokarbon (HC), sensor gas MQ-7 berfungsi sebagai pengukur konsentrasi kadar gas karbon monoksida (CO), Arduino uno yang berfungsi sebagai otak atau pemroses data, dan bluetooth modul yang berfungsi sebagai penerima dan pengirim data dari arduino maupun *smartphone* android, kemudian dikirim ke arduino maupun *smartphone* android. Dan untuk menjalankan sistem ini juga terdapat perancangan perangkat lunak yang dapat dilihat pada gambar 4.

d. Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart sytem pada Gambar 4 menceritakan tentang skenario program dengan menggunakan gambar agar lebih jelas dan mudah dimengerti.



Gambar 4. *Flowchart* sistem

Gambar 4 menceritakan tentang alur aplikasi dari awal sampai akhir. Mulai dari pemilihan sensor, kemudian pemilihan salah satu sensor untuk mengukur salah satu konsentrasi gas yang diinginkan, kemudian salah satu sensor akan bekerja. Setelah

proses pengukuran selesai, aplikasi akan menampilkan hasil pengukuran yang dihasilkan dengan standar emisi kendaraan bermotor yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

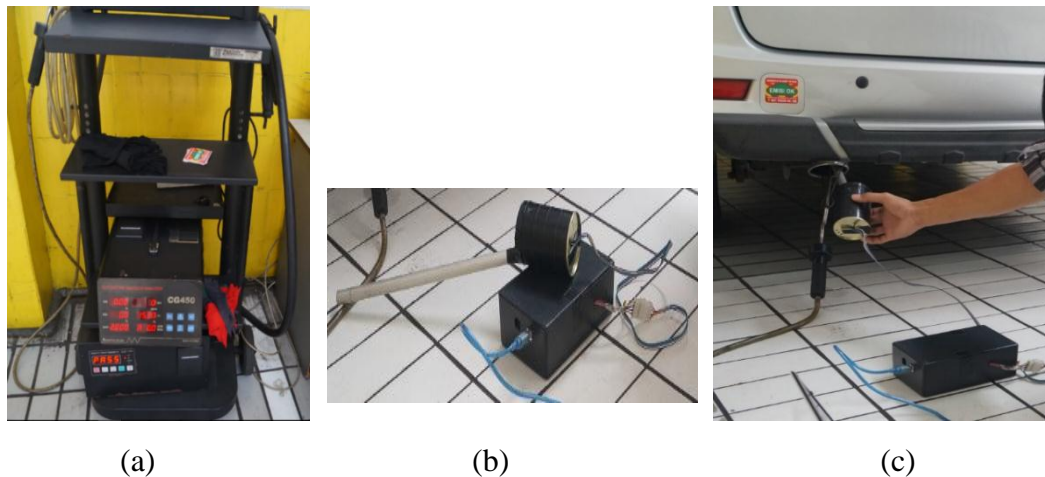
Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 10 Tahun 2012 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor baru, dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Baru Kategori L3

| Kategori | Tahun Pembuatan | Parameter | | Metode Uji |
|--|-----------------|-----------|----------|------------|
| | | CO (%) | HC (ppm) | |
| Sepeda Motor 2 Langkah | >2007 | 3.5 | 1200 | Idle |
| Sepeda Motor 4 Langkah | <2007 | 4.5 | 2400 | Idle |
| Sepeda Motor (2 Langkah Dan 4 Langkah) | >2007 | 3.5 | 1200 | Idle |

A. Proses Pengujian

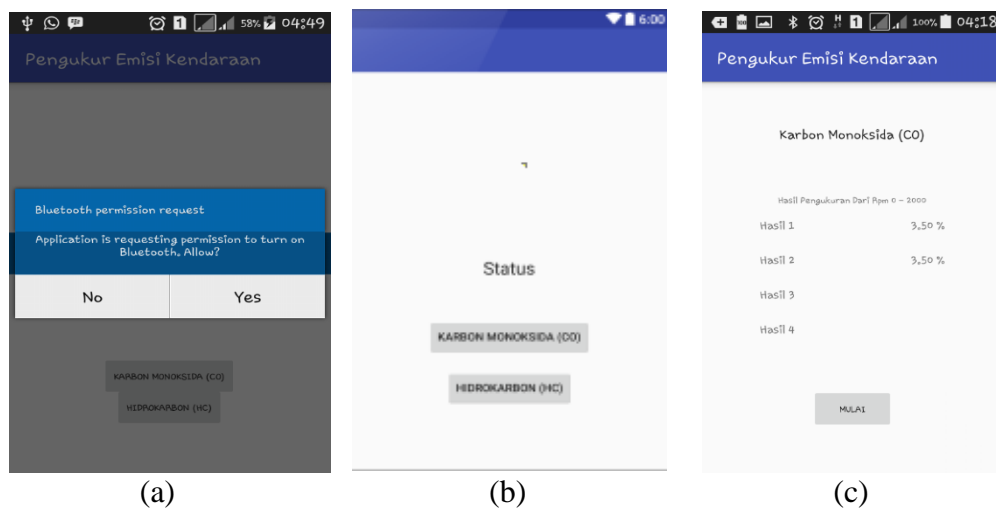
Pada Gambar 5. Proses pengukuran emisi kendaraan bermotor menggunakan *automotive emission analyzer* dengan alat yang dibuat penulis dilakukan secara bersamaan agar penulis dapat mengetahui perbandingan hasil pengukuran dan kinerja dari alat yang sudah dibuat.



Gambar 5. Proses pengukuran emisi kendaraan

Pada Gambar 5.a merupakan alat uji emisi yang ada pada PT.Nasmoko dan Gambar 5.b merupakan alat uji emisi yang dibuat oleh penulis sedangkan Gambar 5.c merupakan proses pengukuran emisi kendaraan yang dilakukan secara bersamaan dengan *automotive emission analyzer* PT.Nasmoko dengan alat uji emisi yang dibuat penulis. Pengukuran emisi kendaraan dilakukan secara bersamaan yang bertujuan untuk mempermudah penulis mengetahui perbandingan hasil pengukuran.

B. Model Aplikasi



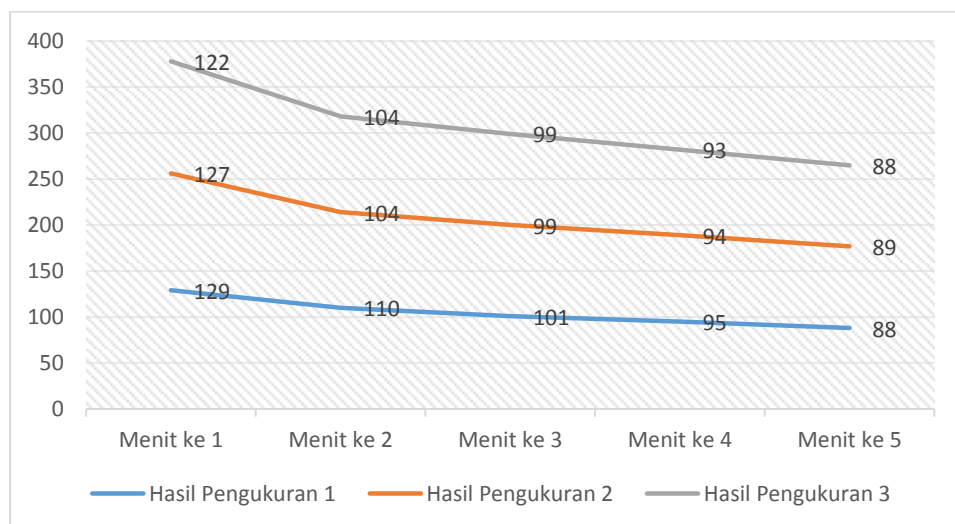
Gambar 6. Aplikasi *Smartphone Android*.

Gambar 6 merupakan gambar proses kinerja aplikasi dan tampilan hasil pengukuran yang ditampilkan pada *smartphone android*. Gambar 6.a merupakan tampilan permintaan aplikasi untuk mengidupkan *bluetooth*, Gambar 6.b merupakan proses pemilihan gas yang ingin diukur dan Gambar 6.c merupakan tampilan hasil pengukuran.

3.1 Hasil Pengujian dan Analisa

A. Pengujian sensor didalam ruangan

a. Sensor gas MQ-2



Gambar 8. Grafik pengujian sensor gas MQ-2 didalam ruangan

Sensor perlu menempatkan 2 tegangan, tegangan heater (VH) dan tegangan uji (VC). VH digunakan untuk memasok suhu kerja bersertifikat untuk sensor, sementara VC digunakan untuk mendeteksi tegangan (VRL) dari tahanan beban (RL) yang merupakan seri dengan sensor. Sensor ini memiliki polaritas cahaya, Vc perlu daya DC. VC dan VH bisa menggunakan rangkaian kekuatan yang sama dengan prasyarat untuk

menjamin kinerja sensor. Dalam rangka untuk membuat sensor dengan kinerja yang lebih baik, nilai RL cocok untuk tingkat sensitivitas (Ps) yang dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$Ps = V_c^2 \times R_s / (R_s + R_L)^2 \quad (1)$$

Keterangan dari Persamaan 1 :

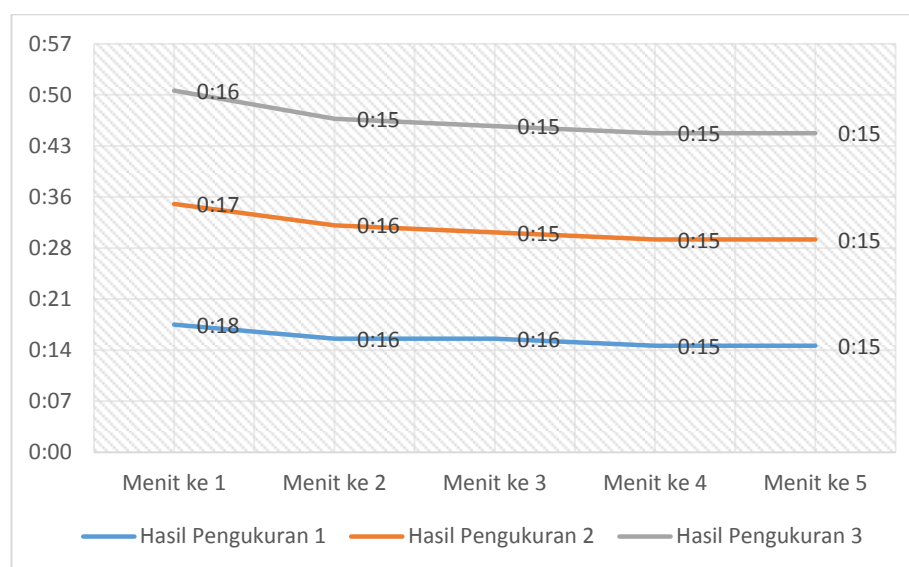
V_c = Loop Voltage

R_s = Resistance of sensor

R_L = Load Resistance

Pada Gambar 8 dapat dilihat hasil pengukuran kadar gas hidro karbon (HC) menggunakan sensor gas MQ-2 selama 5 menit dalam keadaan udara normal didapatkan data bahwa hasil pengukuran terkecil selama lima menit adalah 88 ppm. Dari hasil pengujian sensor gas MQ-2 pada Gambar 8, hasil pengukuran emisi kendaraan yang ditampilkan pada smartphone android yaitu : Hasil pengukuran emisi kendaraan – hasil pengujian terkecil sensor gas MQ-2

b. Sensor gas MQ-7



Gambar 9. Grafik pengujian sensor gas MQ-7 didalam ruangan

Pada Gambar 9 dapat dilihat hasil pengukuran kadar gas karbon monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-7 didapatkan data bahwa, hasil pengukuran terkecil selama lima menit adalah 0,15%. Hasil pengukuran yang ditampilkan sensorgas MQ-7 memiliki satuan ppm, untuk mengubah satuan hasil pengukuran dari ppm menjadi % dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$\% = HPCo \times 100 : 100000 \quad (2)$$

Keterangan Persamaan 2 :

$HpCo$ = hasil pengukuran gas karbon monoksida

100000 = nilai maksimum kadar gas karbon monoksida

B. Perbandingan Pengujian

a. Pengujian dengan rpm 0

Tabel 2. Hasil pengujian sensor gas MQ-2 dan MQ-7 dan *Automotive emission analyzer* PT.Nasmoco setelah mesin kendaraan dipanaskan selama 5 menit dengan rpm 0

| Jenis Kendaraan | Tahun Pembuatan | Bahan Bakar | Hasil Pengukuran Rpm 0 | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------------|------------------------|-----------|-----------------|----------|----------|---------------|
| | | | Hc 1 (Ppm) | Hc2 (Ppm) | Selisih HC(Ppm) | Co 1 (%) | Co 2 (%) | Selisih CO(%) |
| Avanza | 2011 | Premium | 12 | 10 | 2 | 0.02 | 0.02 | 0 |
| Kijang Inova | 2013 | Premium | 17 | 17 | 0 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Avanza | 2016 | Premium | 3 | 2 | 1 | 0.01 | 0 | 0.01 |
| Avanza | 2014 | Premium | 7 | 6 | 1 | 0.01 | 0 | 0.01 |
| Rata – Rata Selisih | | | | | 1 | | | 0.0075 |

b. Pengujian Dengan Rpm 2000

Tabel 3. Hasil pengujian sensor gas MQ-2 dan MQ-7 dan *automotive emission analyzer* PT.Nasmoco setelah mesin kendaraan dipanaskan selama 5 menit dengan rpm 2000

| Jenis Kendaraan | Tahun Pembuatan | Bahan Bakar | Hasil Pengukuran Rpm 2000 | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------------|---------------------------|-----------|-----------------|----------|----------|---------------|
| | | | Hc 1 (Ppm) | Hc2 (Ppm) | Selisih HC(Ppm) | Co 1 (%) | Co 2 (%) | Selisih CO(%) |
| Avanza | 2011 | Premium | 27 | 26 | 1 | 0.05 | 0.03 | 0.02 |
| Kijang Inova | 2013 | Premium | 29 | 28 | 1 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |
| Avanza | 2016 | Premium | 11 | 9 | 2 | 0.01 | 0,01 | 0 |
| Avanza | 2014 | Premium | 21 | 17 | 4 | 0.01 | 0,01 | 0 |
| Rata – Rata Selisih | | | | | 2 | | | 0.0075 |

Dari hasil pengukuran empat tipe kendaraan yaitu Avanza 20011, Kijang Inova 2013, Avanza 2014, dan Avanza 2016 menggunakan sensor gas MQ-2 dan MQ-7 dengan metode pemanasan mesin selama lima menit dengan rpm 0 dapat dilihat pada Tabel 2. Pada tabel 2, dapat dilihat hasil pengujian sensor MQ-2 memiliki rata-rata selisih sebesar 1 ppm dan MQ-7 sebesar 0,0075%, sedangkan pada Tabel 3 dapat dilihat hasil pengujian dengan rpm 2000 MQ-2 memiliki rata – rata selisih sebesar 2 ppm dan MQ-7 sebesar 0,0075% . Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi rotasi putaran mesin (rpm) kendaraan maka, semakin tinggi kadar gas yang dihasilkan.

Dari hasil dari pengukuran emisi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin (premium) tidak melebihi ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama yaitu 4.5% (4500 ppm) untuk senyawa karbon

monoksida (CO) dan 2400 ppm untuk senyawa hidro karbon (HC), maka dapat disimpulkan bahwa hasil pembakaran kendaraan tersebut masih tergolong baik atau *standart*.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dalam pembuatan tugas akhir yang berjudul “ alat ukur kadar karbon monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) gas buang kendaraan bermotor dena penampil *smartphone android*”. Penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Sensor gas MQ-7 berfungsi sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur kadar senyawa karbon monoksida (CO) dan sensor gas MQ-2 berfungsi sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur kadar senyawa hidrokarbon (HC).
- b. Perbedaan hasil pengukuran terjadi diakibatkan perbedaan tingkat sensitifitas sensor terhadap konsentrasi gas yang diukur.
- c. Dari hasil pengujian sensor gas MQ-7 bekerja pada jangkauan minimum 28ppm pada status udara normal dan maksimum 20000ppm pada status udara tercemar.
- d. Untuk mencapai titik minimum pengukuran sensor gas MQ-2 dan MQ-7 memerlukan waktu yang cukup lama.
- e. Dari hasil pengujian sensor gas MQ-2 dan MQ-7 terhadap empat tipe kendaraan tersebut, diketahui bahwa gas yang keluar dari hasil pembakaran kendaraan bermotor akan semakin meningkat ketika rotasi putaran mesin meningkat.
- f. Mesin kendaraan bermotor harus melakukan pemanasan terlebih dahulu sebelum melakukan pengukuran emisi, dikarenakan saat mesin kendaraan dalam kondisi dingin dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

4.2. Saran

Berdasarkan pengalaman yang dialami penulis dalam pembuatan tugas akhir yang berjudul “Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil *Smartphone Android*”, penulis memberikan saran kepada pihak – pihak yang ingin melanjutkan atau mengembangkan alat ini, antara lain :

- a. Pemilihan alat atau komponen yang dipakai harus dipikirkan dengan matang untuk mengurangi tingkat kesalahan dan pemborosan pengeluaran (biaya).
- b. Perancangan atau desain alat harus dipikirkan dengan matang agar lebih efisien.
- c. Penggunaan dua sensor bukan pilihan yang tepat karena apabila menggunakan satu sensor dapat mengoptimalkan desain dan mengurangi tingkat keerroran.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Fernando, Benhard. (2012). Realisasi Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor berbasis Sensor Gas TGS-2201 dan Mikrokontroler ATmega8535. Jurnal teori dan aplikasi fisika. Vol. 01, No. 01, Januari 2013
- Kementrian Lingkungan Hidup. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2012 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Baru kategori L3
- Konsegran, Victor V. (2013). Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida Dan Hidro Karbon Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor. Tugas akhir, FATEK UNSRAT, Manado
- Putro, Irvan Adhi Eko. (2012). Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang, Studi Kasus: Pengukuran Gas Karbon Monoksida (CO). Tugas Akhir D3 Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya (ITS).
- Romidian, Bagus Prambudi. (2009). Pemodelan dan Pengujian Sensor TGS2600 untuk Aplikasi Sistem Monitoring Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) di Udara. Tugas akhir, FATEK Elektro, Universitas Diponegoro
- Talimewo. (2012). Rancang Bangun Alat Pengondisi Udara Pada Ruang Menggunakan Sensor Co dan Temperatur. Tugas Akhir, FATEK UNSRAT, Manado.